بررسی جغرافیایی الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه های آتش نشانی در سوانح

با استفاده از تکنیک‌های Maximin، CSM[1]و DSM[2] – مطالعه‌ی موردی، ایستگاه ۴۰ منطقه ۶ تهران

مهندس سعید گیوه‌چی(کاندیدای دریافت درجه دکتری تخصصی جغرافیا و برنامه ریزی شهری ـ دانشگاه تهران، نویسنده مسؤول)
Givehchi. Saeed@ gmail. com
دکتر مهدی قرخلو(عضو هیأت علمی دانشکده جغرافیا ـ دانشگاه تهران)
Mehdegh@ yahoo. com
دکتر حسین حاتمی نژاد(استادیار دانشکده جغرافیا ـ دانشگاه تهران)
دکتر مهرداد نظریها(استادیار دانشکده محیط زیست ـ دانشگاه تهران)

چکیده

آگاهی نهادهای امداد و نجات از مشخّصه‌های مکانی و زمانی هر سانحه، یکی از پیش نیازهای اصلی در عملیات امداد و نجات به شمار می‌رود. این مسأله به همراه وجود شبکه های ارتباطی قابل دسترس، که بتوانند عملکرد خود را در شرایط اضطراری حفظ نمایند، از مهمترین پارامترهای کارایی عملیات امداد و نجات به حساب می آید. موقعیّت ایستگاه های آتش نشانی و محدوده‌ی پوشش آنها، نقش مؤثّری در بهبود راندمان عملیات در شرایط اضطراری دارند. در این پروژه به بررسی گزینه های افزایش دسترسی ایستگاه ۴۰ آتش‌نشانی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره می‌پردازیم. شیوه های مورد استفاده جهت بررسی گزینه ها مشتمل بر روش‌های Maximin، CSM و DSMاست. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که الگوی A_3 جایگاه بهتری را نسبت به سایر الگوها دارد، لذا به عنوان یک الگوی ارتقاء دسترسی در ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران ، به نظر می‌رسد با تغییر مسیر خیابان ادوارد براون یا خیابان نصرت، دسترسی به بخش جنوبی محدوده تحت پوشش به نحو مؤثرتری فراهم آید. همچنین بر مبنای الگوی A_4 که در جایگاه بعدی قرار می گیرد، استقرار خودروهای آتش نشانی در ساعات خاص در محل‌هایی خارج از ایستگاه پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: ارتقاء دسترسی، سوانح، آتش نشانی، تهران، **Maximin- CSM-DSM**

۱. Conjunctive-Satisfying-Method
۲. Disjunctive- Satisfying- Method

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۸/۲۴

درآمد:

پس از وقوع یک سانحه ودر دقایق و لحظات نخستین، یکی از مهمترین مسائل پیش رو اتخاذ روش‌هایی به منظور مهار یا جلوگیری از گسترش احتمالی سانحه یا اثرات آن و همچنین مسأله امداد و نجات مجروحین و آسیب دیدگان می باشد (Chang and Nojima , ۲۰۰۱: p۱) . پس از وقوع سوانح ودر مهمترین مرحله، نیروهای امدادگر و نجات‌گر به منطقه اعزام می‌شوند تا با اتخاذ تدابیر و شیوه های عملی، به پاسخگویی به سانحه رخ داده بپردازند. اهمیت مسائل بالا و ضرورت سرعت همراه با دقت ، وجود مسیرهای دسترسی ویژه‌ای را می طلبد که علاوه بر قابلیّت کارایی پس از بحران ، خود کمترین آسیب ممکنه را از سانحه پذیرا شده و بتواند قابلیّت گسترش عملکرد را نیز داشته باشند(Wakabayashi and Kameda, ۱۹۹۲: ۱-۲). بدیهی است در چنین شرایطی شبکه‌ی دسترسی باید علاوه بر قابلیّت انعطاف پذیری در ظرفیت و حجم ، کارآمدی و ایمنی خود را نیز حفظ نماید. تجربه نشان داده است پس از وقوع یک سانحه همانند زلزله، سیل، آتش سوزی، یا تغییرات شدیدجوّی، حسب شدّت سانحه و محل وقوع ، مشکلات متفاوتی چون آسیب و انهدام مناطق مسکونی، ساختمان‌ها، سازه‌ها و تأسیسات زیربنایی، مخصوصاً پل‌ها و جادّه‌ها، خطوط راه‌آهن، مخازن آب و خطوط انتقال برق به وقوع می‌پیوندد (Alexander, ۲۰۰۲). وقوع چنین حوادثی معمولاً اثرات قابل ملاحظه‌ای را برکاهش عملکرد شبکه‌های مجاور خود خواهند داشت. این مسأله هنگامی بیشتر مورد توجه قرار می گیرد که مسیرهای موجود جهت امداد پس از سانحه، همان مسیرهای معمولی پیش از سانحه باشند. به بیان دیگر نبود مسیرهای ویژه امدادی، نقش قابل توجهی در افزایش زمان سفرهای امدادی دارد. در این راستاجانمایی و مکان ایستگاه های آتش‌نشانی، نقش مؤثّری در دسترسی آنها به محیط‌های آسیب دیده دارد. چنانچه جانمایی ایستگاه آتش نشانی در شرایط فعلی غیر قابل تغییر و ثابت فرض شود، می توان با استفاده از بررسی‌های جغرافیایی الگوهای ارتقاء دسترسی، ایستگاه ها را پیش از وقوع سانحه مشخص نمود تا در شرایط اضطراری با استفاده از این الگوها بتوان زمان سفرهای امدادی و به دنبال آن میزان تلفات و خسارات ناشی از سانحه را کاهش داد. این کار مستلزم یک تحلیل جغرافیایی از الگوهای دسترسی است که در این پژوهش به آن می‌پردازیم.

مسأله‌ی پژوهش

به طور کلی، دسترسی نیروهای امدادگر آتش نشانی به نقاط آسیب دیده از سانحه و طول زمان سفر امدادی در شرایط اضطراری تابع فاکتورهای متفاوتی از جمله موارد زیر است: (نیسانی سامانی و دیگران، ۱۳۸۶ - Raubal and Winter,۲۰۰۲)

- موقعیّت محل آسیب دیده؛
- موقعیّت ایستگاه آتش نشانی؛
- مسیرهای دسترسی موجود به محل سانحه؛
- زمان رخداد سانحه در شبانه روز؛
- ویژگی‌های انسانی و مهارتی نیروهای امدادگر.

هر یک از مؤلّفه‌های بالا به شکل مؤثّری در کاهش یا افزایش زمان سفر امدادی و دسترسی به موقعیّت آسیب دیده اثراتی بر جای می‌گذارند. از مؤلّفه‌های پنج‌گانه‌ی بالا برخی از مؤلّفه‌ها ثابت (استاتیک) بوده و برخی نیز قابلیّت تغییر پذیری(دینامیسم) دارند. موقعیّت ایستگاه‌های آتش‌نشانی کنونی به عنوان مبدأ سفر امدادی ثابت به شمار می‌آید و محل دچار سانحه نیز مشخّصه‌ی ثابت در یک سفر امدادی به شمار می‌رود. رخداد سانحه نیز در بازه زمان یک نقطه‌ی زمانی به شمار می‌آید، بنابراین قابلیّت تغییر پذیری را ندارد. در میان مؤلّفه‌های پنج‌گانه‌ی بالا مسیر سفرهای امدادی به عنوان مهمترین مشخّصه‌ی قابل تغییر، نقش مهمّی را در دسترسی مؤثّر به محل حادثه دیده و زمان سفرهای امدادی ایفا می‌نماید. پژوهش حاضر در نظر دارد تا از میان پنج مؤلّفه‌ی بالا اصلی‌ترین مؤلّفه‌ی دینامیک، یعنی مسیرهای دسترسی موجود به نقاط آسیب دیده، مورد تحلیل جغرافیایی قرارگیرد. برای این منظور در این پژوهش الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه‌های آتش نشانی به مناطق آسیب دیده پس از سوانح استخراج شده و مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند. در این راستا با انتخاب ایستگاه چهل آتش نشانی شهر تهران، که مناطق مهمی از مرکز اداری شهر تهران را واقع در منطقه‌ی ۶ تحت پوشش خود قرار می‌دهد و با استفاده از الگوهای غیر جبرانی تصمیم گیری چند معیاره مورد تحلیل قرار گرفته است.

پیشینه‌ی پژوهش

بررسی عملکرد مسیرهای امداد رسانی پس از سانحه می‌تواند از دو رویکرد مورد توجه قرار گیرد که عبارت‌اند از:

الف) وجود مسیرهای ویژه با قابلیّت عملکردی بالا و امکان استفاده در شرایط اضطراری جهت امداد رسانی:

در صورتی که مسیرهای ویژه در محدوده‌ی مورد مطالعه وجود داشته باشد و این مسیرها دارای قابلیّت استفاده جهت امداد اضطراری باشند، دسترسی به نقاط آسیب دیده به طور معمول تابعی از مؤلّفه‌ی انسانی و مهارت‌های نیروهای امدادگر و نجاتگر می‌شود. البته وجود مسیرهای ویژه به تنهایی ارضا کننده شرایط مسیرهای نوع اول نیست و ضروری است مسیرهای ویژه حداقل دارای ویژگی‌های زیر نیز باشند (Raubal and Worboys ,۱۹۹۹; Lindell, et al. ۲۰۰۷):

- مبدأ سفر امدادی (ایستگاه آتش نشانی) به طور مستقیم و با حداقل مسیر واسطه به مسیرهای ویژه دسترسی داشته باشد؛
- جهت مسیر ویژه منطبق بر جهت مسیر سفر امدادی باشد؛
- مقصد سفر امدادی(منطقه آسیب دیده) به طور مستقیم و با حداقل مسیر واسطه به مسیرهای ویژه دسترسی داشته باشد.
- مسیرهای ویژه امکان دسترسی سریع برای خودروهای امدادی را فراهم نمایند: توجه به این شرط بسیار ضروری به نظر می رسد، زیرا گاه مسیرهای ویژه به واسطه‌ی تغییراتی که درآنها ایجاد می‌شود، امکان دسترسی سریع را فراهم نمی‌نمایند. به عنوان تعبیه ایستگاه های اتوبوسرانی در وسط خطوط ویژه اتوبوسرانی که به طور معمول در اتوبوس‌های BRT این شیوه مورد استفاده قرار می گیرد و در صورت نبود لاین سبقت، عملاً امکان دسترسی سریع را ازخطوط ویژه اتوبوسرانی سلب می نماید.

ویژگی‌های مسیر ویژه: تعداد تقاطع ها، بودن یا نبودن خروجی‌های اضطراری، وجود یا عدم وجود خطوط سبقت در مسیرهای ویژه و محدودیت دسترسی سایر وسایل نقلیه و عابرین، از مهمترین ویژگی‌های مسیرهای ویژه به شمار می‌آید که می تواند عملکرد مسیر ویژه را دستخوش تغییر قرار دهد.

ب) نبود مسیرهای ویژه در محدوده‌ی مورد مطالعه و استفاده از مسیرهای معمولی سفر جهت امداد رسانی به نقاط آسیب دیده:

چنانچه خطوط ویژه در مسیر امدادی موجود نبوده، یا یکی از شروط مندرج در بند (الف) را تـأمین ننمایـد باید آن را منطبق بر نوع (ب) دانست. به طور کلی در چنین مسیرهای امدادی زمان سفر و امکان دسترسی، تـابع عوامل مختلف دیگری است که برخی از مهمترین آنها عبارت‌اند از: (ملك و دلاور ۱۳۸۴-بیرودیان ۱۳۸۵- گیوه چی و دیگران ۱۳۸۵):

- ویژگی مسیر معمولی پیش از وقوع سانحه به لحاظ مشخّصه‌ی ترافیکـی: ایـن کـه یـك مـسیر پـیش از وقوع سانحه به لحاظ مشخّصه‌های حجم ترافیکی بر مبنای واحد PCU و نیز ظرفیّت راه در چه جایگـاهی قـرار دارد؟ بدیهی است مسیرهایی که در شرایط معمول مشکلات ترافیکی دارند، در شرایط اضطراری پس از وقوع سانحه، عملکردی نامناسب‌تر دارند، که این مسأله به دلایل مختلف از جمله تأثیر مؤلّفـه‌هـای انـسانی و رفتـاری است؛

- مشخّصه‌های دیگر مسیر: در میان این مشخّصه‌ها، جهت عبوری مسیر، از مهتـرین مؤلّفـه‌هـا در کـاهش زمان سفرهای امدادی به شمار می‌آید. مسیرهای یك طرفه که امکان بازگشت به جهـت مخـالف را تـا مـدت زمان زیادی فراهم نمی آورند، در زمان سفرهای امدادی به نحو مؤثّری تأثیر می‌گذارند.

البته شایان ذکر است که هر دو گروه از مسیرهای بالا نیز ممکن است خود از سانحه آسیب بپذیرند.

اگر شبکه های دسترسی نتوانند قابلیّت عملکرد خود را پس از سانحه حفظ کنند، عملیات امداد و نجات به جهت نبود کارایی مناسب مسیرها و معابر با وقفه‌ی زمانی روبرو می‌شود. این در حـالی اسـت کـه دسترسـی بـه مکان‌های آسیب دیده در نخستین لحظات پس از وقوع سانحه، نقش مهمی در کـاهش آمـار قربانیـان حادثـه و مهار اثرات احتمالی سانحه(آتش سوزی،انفجارهاوغیره)خواهد داشت. لذا بررسـی عملکـرد مـسیرها در شـرایط اضطراری نقش بسیار مهمّی دربهبود کمّی زمان عملیات امداد ونجات خواهد داشت. پـس از اثـرات تخریبـی چندین زلزله شدید اخیردنیا، شامل زلزله لوما پریتا(۱۹۸۹)، زلزله نورتریج(۱۹۹۴)و زلزله کوبه(۱۹۹۵) کـه اثـرات تخریبی عمده ای را بر شبکه‌ی حمل و نقل گذاردند، ضرورت بررسـی دقیـق سیـستم حمـل و نقـل بـه منظـور بررسی کارآمدی عملکرد وشناسایی نقاط ضعف آن در هنگام زلزله مشخص گردید. از جمله تلاش‌های انجام

شده در این زمینه می‌توان به کارهای واکابایاشی[1] و کامدا[2] در سال ۱۹۹۲ روی تحلیل ایمنی شبکه‌ی حمل و نقل و الگوسازی جریان ترافیک در منطقه‌ی لوماپریتا[3] اشاره نمود. در سال ۱۹۹۵ بایسوز[4] و کریمیدجان[5] با ارایه‌ی شیوه‌ای نوین به بررسی مسأله‌ی حق تقدم در مقاوم سازی پل‌ها و ایجاد یک معیار جدید برای آن پرداختند (Basöz and Kiremidjian ,۱۹۹۵:۱-۳). نوجیما[6] در سال ۱۹۹۷ با ارایه‌ی تحلیلی بیان نمود که ظرفیت جاده برای پذیرش ترافیک می‌تواند پایه‌ای برای تعریف یک معیار بررسی عملکرد شبکه‌ی حمل و نقل قرار گیرد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، قابل ذکر است که نوع دوم از مسیرهای امدادی به شکل قابل توجهی از سانحه آسیب می‌پذیرند. این مسأله را از لحاظ انسانی می‌توان با الگوهای رفتاری افراد در شرایط اضطراری مرتبط دانست.

با توجه به مجموع عوامل بالا، مسیرهای دسترسی به محل آسیب دیده، از جمله عوامل دینامیک و قابل تغییر در دسترسی پس از سانحه به شمار می‌آید و نقش قابل ملاحظه ای در کاهش زمان سفرهای امدادی دارد.

اهداف پژوهش

مهمترین اهداف این پژوهش، عبارت‌اند از:

- شناسایی مهمترین الگوهای ارتقا دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران؛
- استخراج الگوی بهینه‌ی ارتقاء دسترسی جهت ایستگاه ۴۰ آتش نشانی تهران.

سؤالات پژوهش

سؤالات بنیادی این پژوهش عبارت‌اند از:

- آیا می توان الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران را با استفاده از تحلیل‌های جغرافیایی و برمبنای شاخص‌های مختلف استخراج نمود؟

---

۱. Wakabayashi
۲. Kameda
۳. Loma Perita
٤. Basoz
٥. Kiremidjian
٦. Nojima

– آیا الگوهای ارتقا دسترسی ایستگاه ۴۰ آتش نشانی تهران بیشتر شامل تغییرات نیمه فیزیکی در معابر می‌شوند؟

فرضیه‌های پژوهش

فرضیّات این پژوهش عبارت‌اند از:

– به نظر می رسد با استفاده از تحلیل‌های چند شاخصه، می توان الگوی بهینه‌ی ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ شهر تهران را مشخص نمود؛

– به نظر می رسد به منظور ارتقاء دسترسی در سوانح، الگوهای تغییرات نیمه فیزیکی معابر، الگوهای مناسبتری باشند.

محدوده‌ی مورد مطالعه

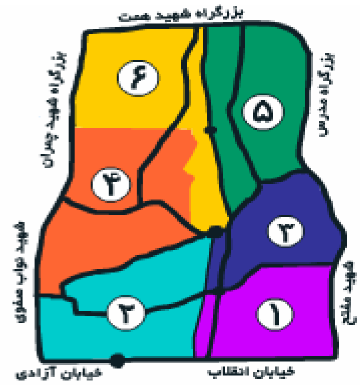
منطقه ۶ شهر تهران دارای ویژگی‌های خاصّی نسبت به دیگر مناطق این شهر است، شرایط خاصّی نظیر مرکزیت مکانی منطقه در پهنه‌ی کلان‌شهر تهران از یکسو، موقعیّت گرهگاه ارتباطی و ترافیکی آن میان مناطق شمالی، جنوبی، شرقی و غربی از سوی دیگر، موجب استقرار فعالیت ها و کاربری‌های متعدد اداری– خدماتی با مقیاس کلان شهری، منطقه ای، ملی و حتی فراملی و نهایتاً مرکزیت کارکردی آن در شهر تهران شده و آن را از نظر نوع، مقیاس و شعاع عملکرد کاربری‌ها و تنوّع فضایی به مهمترین بخش در هسته مرکزی شهر تهران (و به تعبیری پایتخت شهر تهران) تبدیل کرده است. به گونه‌ای که حدود ۳۳٪ وزارتخانه ها و مؤسسات تابعه، ۲۸٪ مؤسسات آموزش عالی و ۱۹٪ بیمارستان های تخصّصی با مقیاس عملکرد ملی، ۴۰٪ سازمان ها و ادارت کل وزارتخانه‌ها، ۲۰٪ بیمارستان های عمومی با مقیاس عملکرد استانی و ۱۸٪ سینماها، ۸۰٪ فضاهای مذهبی مربوط به اقلیّت‌ها و ۶/۵٪ دبیرستان ها و مراکز فنی و حرفه ای با مقیاس عملکرد کلان‌شهری شهر تهران در این منطقه واقع شده اند. این منطقه با مساحتی معادل ۲۱۳۸/۴۵ هکتار حدود ۳/۳ درصد از سطح شهر را شامل می‌شود.

منطقه‌ی ۶ به لحاظ موقعیّت جغرافیایی در حوزه‌ی مرکزی شهر تهران واقع شده که از سمت شمال به منطقه‌ی ۳، از شرق به منطقه‌ی ۷، از جنوب به مناطق ۱۲، ۱۱، ۱۰ و از غرب به منطقه‌ی ۲ محدود می‌شود (مجموعه‌ی گزارش‌های آماری منطقه ۶ تهران).

حضور سلسله مراتبی در مقیاس عملکرد کاربری ها، از مقیاس محلّه‌ای تا مقیاس‌های منطقه‌ای، شهری و فرا شهری، موقعیّت منطقه در مرکزیت هندسی شهر تهران از نظر دسترسی، تأثیر و ارتباط مستقیمی با کاربری های مورد نیاز رده شهری برقرار نموده است. حدود ۳۵ درصد سطح منطقه کاربری مسکونی و بیش از ۳۰ درصد به سایر کاربری ها (اداری، تجاری، فرهنگی، آموزشی وغیره) و حدود ۳۰ درصد به حمل و نقل (شبکه دسترسی و حمل و نقل و انبارداری) اختصاص دارد. منطقه‌ی ۶ به دلیل واقع شدن در حاشیه‌ی شمالی محدوده مرکزی شهر تهران، نه تنها درگیر مشکلات حمل و نقل و تولید و جذب سفر مربوط به خود است، بلکه مشکلات و مسایل حمل و نقل عبوری نیز بر آن اضافه می‌شود. منطقه تقریباً دارای شبکه‌ی معابر شطرنجی (منظم) و سلسله مراتب دسترسی است. از طرفی قرار گرفتن این منطقه در مرکز ثقل ارتباطی شهر تهران خصوصیّات خاص ترافیکی را در این منطقه سبب شده است. با توجه به الگوی سفرهای روزانه‌ی شهر تهران، منطقه‌ی ۶ ضمن آن که از بیشترین میزان جذب سفرهای روزانه برخوردار است، در مسیر ترافیک عبوری از مناطق ۲،۱، ۳، ۴، ۵، ۷و۲۲ به سمت مرکز شهر قرار گرفته است.

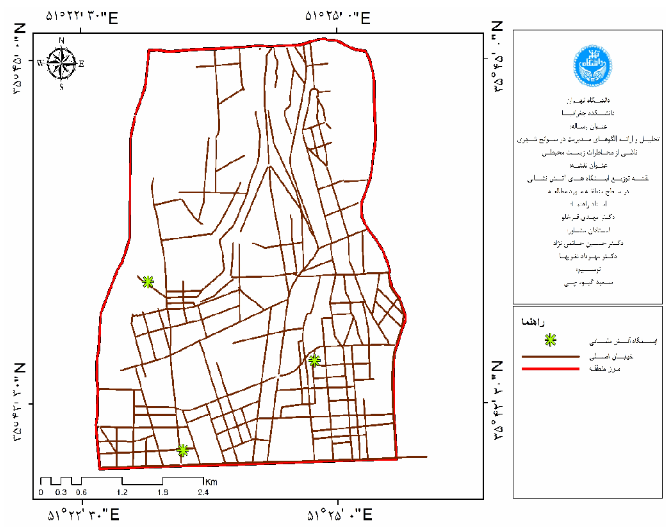
این منطقه معمولاً رابط بین شمال و جنوب شهر تهران و تا حدودی شرق و غرب آن است. منطقه‌ی ۶ به لحاظ نقش فرامنطقه ای بسیاری از کاربری‌ها، عدم برخورداری از شبکه‌ی بزرگراهی مؤثّر در داخل منطقه، تکیه بر معابر شریانی اصلی و فرعی در بیشتر ساعات روز، به ویژه در زمان اوج ترافیک با هجوم سنگین خودروها و کندی کشش روبروست. با حرکت به سمت جنوب و شرق منطقه بر شدّت میزان ازدحام خودروها، راه بندان ها، تأخیر در تقاطع ها افزوده می شود، به گونه ای که شدیدترین وضعیت در تقاطع خیابان‌های انقلاب، کریم خان، ولی عصر، کارگر، توحید، مطهری و بلوار کشاورز قابل مشاهده است. از مهمترین دلایل آن نیز غیر از نقش فرامنطقه ای، می توان به عدم فازبندی مناسب و حرکات در تقاطع ها، عدم کنترل و ساماندهی پارک حاشیه ای، کمبود پارکینگ، استفاده بیش از حد از خودروهای شخصی و تک سرنشین بودن آنها و غیره است. قسمت های وسیعی از بخش جنوبی منطقه در داخل محدوده طرح ترافیک واقع شده ولی همچنان با مشکل تراکم ترافیک و کندی کشش روبرو بوده و تغییر چندانی در وضعیّت

ترافیک این محدوده حاصل نشده است. در شکل ۱ نمای مرزهای منطقـه‌ی ۶ شـهر تهـران و نـواحی درون آن نمایانده شده است.



شکل ۱. نمای منطقه ۶ تهران در نقشه مناطق شهر تهران(مجموعه گزارش‌های آماری منطقه ۶)

با توجه به وسعت، تراکم جمعیتی ، سازمان ها و ادارات دولتی مهم موجود، سه ایـستگاه آتـش نـشانی ایـن منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهند. این ایستگاه‌های آتش نشانی عبارت‌اند از: ایـستگاه هـای ۱۸، ۴۰و ۵۳ کـه مکان هر ایستگاه در شکل ۲ نشان داده شده است.



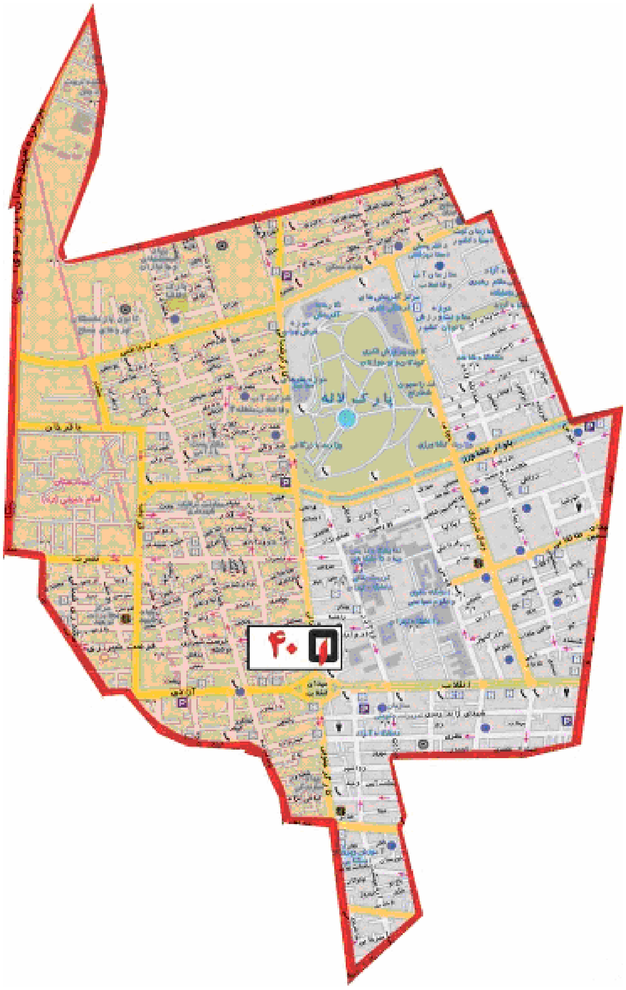
شکل ۲. محدوده‌ی منطقه ۶ شهرداری تهران و محل ایستگاه های سه گانه‌ی آن.

ایستگاه ٤٠ یکی از اصلی‌ترین این ایستگاه‌هاست، محل این ایستگاه در میدان انقلاب- ابتـدای کـارگر شمالی- نبش خیابان ادوارد براون واقع شده است. تعداد کل آمار کارکنان سه شیفت مختلف ایـن ایـستگاه ۳۴ تن است و تصرّف‌های تحت پوشش این ایستگاه براساس جدول ۱ می باشد.

جدول ۱. تصرّف‌های تحت پوشش ایستگاه (www.۱۲۵.ir).

ردیف	نوع تصرف	تعداد	ردیف	نوع تصرف	تعداد
۱	بافت کلی	مسکونی	۲۳	اماکن پرخطر	۹۰
۲	تعداد بزرگراه	۱	۲۴	ایستگاههای همجوار	۴۶-۱۸-۵۲-۸
۳	پل روگذر یا زیرگذر	-	۲۵	شیرهای هیدرانت	۹۵
۴	ساختمان ۶ تا ۱۲ طبقه	۸۵	۲۶	مراکز زباله	۱
۵	ساختمان بالای ۱۳ طبقه	۶	۲۷	ترمینال (پایانه) مسافرتی	۱
۶	اماکن مذهبی	۷	۲۸	ایستگاه مترو	۱
۷	بیمارستان و مراکز درمانی	۱۵	۲۹	مناطق آب	۲
۸	سفارتخانه و وزارتخانه	۸	۳۰	مناطق برق	۲
۹	هتل و مهمانسرا	۸	۳۱	مناطق گاز	۳
۱۰	سینما و تاتر	۱۰	۳۲	مناطق مخابرات	۱
۱۱	مراکز توزیع سوخت	۳	۳۳	منطقه آموزش و پرورش	۱
۱۲	پمپ گاز	-	۳۴	مدارس	۵۰
۱۳	انبار کالا	۲۰	۳۵	توقفگاه شرکت واحد	-
۱۴	انبار مواد شیمیایی	۲	۳۶	پارک جنگلی	-
۱۵	پادگان و اماکن نظامی و انتظامی	۲	۳۷	کلانتری	۲
۱۶	پست برق ۶۳ کیلو وات	۳	۳۸	منابع آب در زمان بحرانی	-
۱۷	پست برق ۲۳۰ کیلووات	-	۳۹	پناهگاه استاندارد تحران	-
۱۸	دانشگاه و داتشکده	۲۸	۴۰	سوله بحران	۱
۱۹	موزه ها و کتابخانه ها	۲	۴۱	پناهگاه استاندارد	-
۲۰	مراکز فرهنگی و فرهنگسراها	۴	۴۲	منطقه شهرداری ...	۲
۲۱	مراکز ورزشی، تفریحی واستخرها	۱	۴۳	جمعیت منطقه (نفر)	
۲۲	کارخانجات و کارگاهها	۱	۴۴	مساحت محدوده	۳۲ میلیون مترمربع

محدوده‌ی تحت پوشش ایستگاه ۴۰ در شکل ۳ نمایانده شده است.



شکل۳. محدوده‌ی تحت پوشش ایستگاه ٤٠ سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران (www.۱۲۵.ir)

روش‌های پژوهش

این پژوهش از نوع تحلیلی توصیفی است. برای انجام این پژوهش گام‌های زیر طی شود:

۱.در ابتدا با تهیه‌ی پرسشنامه هایی باز، نسبت به سنجش نظریّات کارشناسان اقدام شد. در این سنجش در مجموع نوزده پرسشنامه از کارکنان ایستگاه ۴۰ آتش نشانی و نیز تعدادی از متخصصین دانشگاهی تکمیل

گردید. در این پرسشنامه نظریّات کارشناسان و افراد دستاندرکار ایستگاه در مورد شیوه های افزایش دسترسی در شرایط سوانح مورد پرسش قرار گرفت.

۲. در مرحلهی بعد الگوهای پیشنهادی ارتقاء دسترسی برای ایستگاه ۴۰ با توجه به موارد مندرج در پاسخها و نیز شرایط محیطی منطقه استخراج گردید که مشتمل بر شش الگو است. برای این منظور با مرتب سازی پاسخها به شناسایی پاسخهای مشترک در مورد ارتقاء دسترسی پرداخته شد که این موارد تحت شش الگوی اصلی طبقه بندی گردید.

۳. در مرحلهی بعد شاخصهای مقایسه با توجه به ماهیت الگوهای شش گانه استخراج شد و نیز شاخصهای تیپ مقایسه در تصمیم گیریهای چند شاخصه، مشخص گردید. این شاخصها پنج مورد بودند.

٤. الگوها با استفاده از رتبه بندی کارشناسان که در پرسشنامه بند اول مطرح شده بود و همچنین تعدیل آنها با مشارکت پژوهشگر به عنوان یک DM ارزشگذاری گردیدند. در این راستا ارزشگذاری ابتدا به صورت کیفی و سپس با استفاده از مقیاس دو قطبی [1] ارزشهای کیفی به کمّی تبدیل شدند.

٥. در این پژوهش به منظور مقایسهی الگوهای ارتقاء دسترسی از الگوهای تصمیمگیری چند شاخصه (MADM) استفاده گردید. این روشها استفاده قابل توجهی در انتخاب گزینهها در تصمیمگیری دارند(Catrinu et al. ۲۰۰۴; Belton and Stewart ,۲۰۰۲).

٦. در این پژوهش با انتخاب سه االگوی غیر جبرانی Maximin ,CSM و DSM الگوهای بهینه در افزایش دسترسی مورد شناسایی قرار گرفتند. دلیل انتخاب تکنیکهای مختلف مقایسهی اطمینان از درستی الگوی بهینه بود. لازم به ذکر است که هر یک از این تکنیکها یک شیوهی تصمیم گیری بر مبنای چند شاخص هستند. در این تکنیکها الگوهای مختلف هر یک به عنوان یک گزینه و بر مبنای شاخصهای مختلف مورد سنجش قرار می گیرند. خروجی هریک از این روشها یا رتبه بندی الگوها یا استخراج الگوهای بهینه می باشد.

در ادامهی این بخش هر یک از تکنیکهای مورد استفاده در سنجش الگوهای ارتقاء دسترسی، مورد معرّفی قرار می گیرند.

---

۱. Bipolar - scale

مراحل انجام روش Maximin به شرح زیر است:

- ابتدا ماتریس تصمیم $D = \| r_{ij} \|$ را به ماتریس $N_D = \| n_{ij} \|$ (ماتریس بی مقیاس) تبـدیل می کنیم؛
- برای بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم از روش بی مقیاس سازی خطی استفاده به شرح زیر استفاده می نماییم:

○ هر ارزش r_{ij} را به بیشینه‌ی موجود از ستون jام برای شاخص‌های مثبـت تقـسیم مـی کنیم، بنـا بـر رابطه (۱):

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r^*_j} \xrightarrow{\text{به طوری که}} r^*_j = \max_i r_{ij}$$

○ چنانچه شاخص‌های x_jبه ازای همه jها جنبه‌ی منفی داشته باشد، از رابطه‌ی (۲)استفاده می کنیم:

رابطه(۲)

$$n_{ij} = ۱ - \frac{r_{ij}}{r^*_j}$$

○ چنانچه شاخص‌های مثبت و منفی به طور مخلـوط بـا یکـدیگر موجـود باشـند، جنبـه‌ی منفـی را بـا معکوس کردن آن به جنبه‌ی مثبت تبدیل کرده و از رابطه‌ی (۳) استفاده می کنیم:

رابطه(۳)

$$n_{ij} = \frac{\frac{۱}{r_{ij}}}{\max_i \left(\frac{۱}{r_{ij}} \right)} = \frac{\min_i r_{ij}}{r_{ij}} = \frac{r_j^{min}}{r_{ij}}$$

○ واضح است که مقدار $۰ \leq n_{ij} \leq ۱$ می باشد.

- به ازای هر ستون j مقدار $\min n_i$ را به دست می آوریم (Roland Weistroffer, ۲۰۰۴; Zopounidis and Doumpos, ۲۰۰۲).
- و پس از آن جواب بهینه را از رابطه‌ی (۴) به دست می آوریم:

رابطه(۴)

$$A^* = \{A_i \mid \max_i \min_j n_{ij}\} \ ; i = ۱,۲,...,m \ ; j = ۱,۲, ..., n$$

- چنانچه DM، خوش بین باشد از روش Maximax استفاده می نماید.
- روش حد واسط بین دوروش Maximin و Maximax روش Hurwitz است که از رابطه‌ی (۵) جواب بهینه را محاسبه می نماید.

رابطه(۵)

$$A^* = \{A_i \mid \max_i [\alpha \min_j n_{ij} + (۱\text{-}\alpha) \max_j n_{ij}]\}$$

به گونه ای که $۰ \leq \alpha \leq ۱$ در روش هورویتز[1] در نظر گرفته می شود و ضریب بدبینی نام دارد (Davey and Olson, ۱۹۹۸; Dias and Clímaco ۲۰۰۰).

مراحل روش Conjunctive-Satisfying-Method(CSM) به شرح زیر است: (اصغر پور، ۱۳۸۵- Dogson, ۲۰۰۱):

- سطوح استانداردی از طرف DM برای هر شاخص تعریف می‌شود؛
- گزینه‌ی A_i، در این روش فقط در صورتی قابل قبول خواهد بود، اگر و اگر $r_{ij} \geq b_j$ به گونه ای که b_j نشان دهنده سطح استاندارد مشخص شده برای شاخص x_j است.
- برای تعیین حداقل استانداردها از روش داوس[2] استفاده می کنیم که در آن n شاخص با اوزان مساوی داریم ودر آن از رابطه‌ی زیر ، احتمال قابل قبول بودن یک گزینه روی n شاخص از رابطه‌ی (۶) به دست می آید.

---

۱. Hurwitz
۲. Dawes

رابطه(۶)

$$q = ۱ - p^{n}_{a}$$
$$p^{n}_{a} = ۱ \; \text{یا} \; \text{یا}$$
$$p_{a} = (۱ - q)^{n}$$

- که در آن داریم:
- q: نسبت گزینه های غیر قابل قبول؛
- p_a:احتمال این که یک گزینه به تصادف انتخاب شده دارای امتیازی بالاتر از سطح استاندارد برای یک شاخص باشد.
- n: تعداد شاخص‌ها
- چنانچه انتخاب یک گزینه بر اساس استثنایی بودن آن در یک شاخص صورت پذیرد، می‌توان از روش (Disjunctive- Satisfying- Method (DSM استفاده نمود. گزینه‌ی A_i، در این روش فقط در صورتی قابل قبول است که رابطه‌ی (۷) برقرار باشد.

رابطه(۷)

$$r_{ij} \geq b^{\circ}_{j} \; ; \; j = ۱ \; \text{یا} \; ۲ \; \text{یا} \; ... \; \text{یا} \; n$$

برای تعیین سطح شاخص استاندارد مقایسه در این روش از رابطه‌ی ۸ استفاده می کنیم، که تعریف عناصر آن براساس با روش CSM است (Matsatsinis and Samarras, ۲۰۰۱; Ehrgott et al., ۲۰۰۲)

رابطه(۸)

$$P_{a} = ۱ - q^{\frac{۱}{n}}$$

در این پژوهش با در نظر قرار دادن کلیه‌ی روش‌های غیر جبرانی بالا، به تعیین الگوهای بهینه ارتقاء دسترسی جهت ایستگاه ۴۰ آتش نشانی شهر تهران پرداخته می شود.

یافته ها و بحث

به طور کلی تمامی شیوه های تصمیم گیری چند شاخصه‌ی MADM مبتنی بر استقرار ماتریس تصمیم گیری هستند، که در ادامه به تدارک عناصر آن پرداخته شده است.

- *برقراری ماتریس تصمیم گیری چند شاخصه:* برای اجرایی نمودن این مرحله ضروری است ،گزینه ها تعریف و شاخص‌ها استخراج شوند، ضمناً ضروری است شاخص‌های سنجش انتخاب شوند (حکمت نیا و موسوی ،۱۳۸۵ : ۲۳۴-۲۳۰). در این پژوهش با توجه به هدف اصلی پژوهش که تعیین الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی شماره ۴۰ تهران در سوانح است، الگوهای $A_۱$ تا $A_۶$ به شرح جدول ۱ مورد معرفی وپیشنهاد قرار گرفتند:

جدول ۱. الگوهای پیشنهادی جهت ارتقاء دسترسی ایستگاه ٤٠ آتش نشانی تهران در سوانح

ردیف	گزینه در ماتریس تصمیم گیری	تعریف الگو
۱	$A_۱$	تغییر محل ایستگاه به نقاط هم‌جوار که دارای دسترسی مناسبب تری در شرایط معمول هستند.
۲	$A_۲$	ایجاد خطوط ویژه با دو لاین (رفت و آمد) در محدوده‌ی یک طرفه خیابان کارگر (حدفاصل محل استقرار ایستگاه تا میدان انقلاب اسلامی)، با ویژگی تمایز کامل مسیر ویژه از خیابان به وسیله موانع
۳	$A_۳$	تغییر جهت خیابان ادوارد براون برای دسترسی بهتر به محدوده های جنوبی شعاع تحت پوشش ایستگاه و خیابان انقلاب یا تغیر مسیر موازی خیابان همجوار
۴	$A_۴$	تغییر جهت خیابان فرصت شیرازی یا ایجاد یک لاین ویژه در جهت مخالف عبور کنونی در آن
۵	$A_۵$	تمهیدات کاهش تردد و توقف در محدوده‌ی معبر ورودی ایستگاه در ساعات ۷ لغایت ۱۸
۶	$A_۶$	استقرار ایستگاه های کمکی یا ماشین‌های آتش نشانی کمکی در ساعات خاص و مکان‌های مشخص جهت افزایش دسترسی به شعاع تحت پوشش ایستگاه

در جدول ۲، شاخص‌های ارزشیابی گزینه ها مورد معرفی قرار گرفته اند، لازم به ذکر است انتخاب شاخص‌ها به گونه ای بوده است که:

- حتی الامکان یک مفهوم قابل تصور، قابل سنجش باشد؛
- نوعی تمایز بین شاخص‌های مختلف موجود باشد؛
- امکان مقایسه‌ی گزینه ها با یکدیگر به شکل مطلوبی فراهم آید.

جدول ۲. شاخص‌های ارائه شده جهت سنجش گزینه های ماتریس

ردیف	کد شاخص	معرفی شاخص	نوع شاخص
۱	X_1	مطلوبیت هزینه انجام طرح	مثبت
۲	X_2	سهولت اجرایی طرح به لحاظ مؤلّفه زمانی	مثبت
۳	X_3	سهولت اجرای طرح به لحاظ مؤلّفه های اجرایی	مثبت
۴	X_4	مطلوبیت به لحاظ افزایش سرعت پاسخ و کاهش زمان سفر	مثبت
۵	X_5	مطلوبیت به لحاظ افزایش دسترسی	مثبت

با توجه به جداول ۱و ۲ در جدول ۳ ماتریس MADM ارائه شده است.

جدول ۳. ماتریس تصمیم گیری

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
A_1	۲	۳	۴	۹	۸
A_2	۵	۶	۵	۸	۸
A_3	۹	۹	۶	۷	۷
A_4	۹	۸	۵	۷	۶
A_5	۷	۸	۳	۶	۵
A_6	۶	۸	۷	۷	۷

- انتخاب گزینه‌ی مناسب به روش Maximin

به منظور تشخیص الگوهای بهینه در جدول ۴ ماتریس نرمال ارائه شده است.

جدول٤. ماتریس نرمال تصمیم گیری به روش نرمال سازی خطی

	$X_۱$	$X_۲$	$X_۳$	$X_۴$	$X_۵$
$A_۱$	۰,۲۲.	۰,۳۳	۰,۴۴	۱	۰,۸۸
$A_۲$	۰,۵۵	۰,۶۶	۰,۵۵	۰,۸۸	۰,۸۸
$A_۳$	۱	۱	۰,۶۶.	۰,۷۷	۰,۷۷
$A_۴$	۱	۰,۸۸	۰,۵۵	۰,۷۷	۰,۶۶
$A_۵$	۰,۷۷	۰,۸۸	۰,۳۳	۰,۶۶	۰,۵۵
$A_۶$	۰,۶۶	۰,۸۸	۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۷۷

لذا جواب‌های روش Maximin مطابق با جدول ۵ است.

جدول ۵. گزینه های منتخب بر اساس روش Maximin

گزینه جواب	$\min n_{ij}$	گزینه	ردیف
	۰,۲۲	$A_۱$	۱
	۰,۵۵	$A_۲$	۲
*	۰,۶۶	$A_۳$	۳
	۰,۵۵	$A_۴$	۴
	۰,۳۳	$A_۵$	۵
*	۰,۶۶	$A_۶$	۶

بر اساس این روش دو گزینه‌ی $A_۳$,$A_۶$به عنوان مناسب ترین گزینه ها انتخاب می‌شوند که این یک جواب مناسب برای DM محتاط به شمار می آید.

- انتخاب گزینه‌ی مناسب به روش Hurwitz؛

با انتخاب ضرایب بدبینی به مقادیر مختلف ، نتایج محاسبات در جدول ۶ نمایانده شده است.

جدول٦. نتایج محاسبات به روش Hurwitz

			A^*					
گزینه	min n_{ij}	max n_{ij}	α=۰,۴	α=۰,۵	α=۰,۶	α=۰,۷	α=۰,۸	α=۰,۹*
$A_۱$	۰,۲۲	۱	۰,۶۸۸	۰,۱۱	۰,۵۳۲	۰,۴۵۴	۰,۳۷۶	۰,۲۹۸
$A_۲$	۰,۵۵	۰,۸۸	۰,۷۴۸	۰,۷۱۵	۰,۶۸۲	۰,۶۴۹	۰,۶۱۶	۰,۵۸۳
$A_۳$	۰,۶۶	۱	۰,۸۶۴	۰,۸۳	۰,۷۹۶	۰,۷۶۲	۰,۷۲۸	۰,۶۹۴
$A_۴$	۰,۵۵	۱	۰,۸۲	۰,۷۷۵	۰,۷۳	۰,۶۸۵	۰,۶۴	۰,۵۹۵
$A_۵$	۰,۳۳	۰,۸۸	۰,۶۶	۰,۶۰۵	۰,۵۵	۰,۴۹۵	۰,۴۴	۰,۳۸۵
$A_۶$	۰,۶۶	۰,۸۸	۰,۷۹۲	۰,۷۷	۰,۷۴۸	۰,۷۲۶	۰,۷۰۴	۰,۶۸۲

ملاحظه می شود که در تمام موارد به ازای α های مختلف گزینه‌ی $A_۳$ مناسب ترین گزینه به شمار می آید.

برای انتخاب گزینه‌ی برتر با استفاده از روش (CSM) با توجه به رابطه‌ی (۶) در جدول ۷ برای دو مقدار مختلف q، گزینه های قابل قبول در جدول ۷ نمایانده شده است.

مقادیر اجزای رابطه (۶)	جدول ۷. انتخاب گزینه ها بر مبنای الگوی Conjunctive-Satisfying-Method(CSM)	
n	۵	۵
q	۰/۸	۰/۹
p_a	۰/۷۲	۰/۶۳
گزینه های مردود	$A_۱$ و $A_۵$	مابقی الگوها
گزینه های قابل قبول	مابقی الگوها	$A_۳$ و $A_۶$

محاسبه الگوهای برتر بر مبنای الگوی (DSM)

در جدول ۸ با استفاده از روابط (۷)و (۸)، گزینه مردود مورد شناسایی قرار گرفته است.

جدول ۸ نتایج محاسبات الگوی (DSM)

مقادیر اجزای رابطه (۸)	
n	۵
q	۰/۹
p_a	۰/۰۳
حد قابلیّت قبول برای شاخص X_1	۸/۹
حد قابلیّت قبول برای شاخص X_2	۹
حد قابلیّت قبول برای شاخص X_3	۷
حد قابلیّت قبول برای شاخص X_4	۹
حد قابلیّت قبول برای شاخص X_5	۸
گزینه مردود	A_5

با توجه به موارد حاصل شده در جداول ۵و۶و۷ و۸ نتایج زیر قابل دست‌یابی است:

- در روش Maximin گزینه های A_3و A_6 هر دو با امتیاز ۰/۶۶ رتبه‌ی اول را به خود اختصاص می‌دهند، بنابر این الگوی تغییر جهت خیابان ادوارد براون برای دسترسی بهتر به محدوده‌ی جنوبی شعاع تحت پوشش یا تغییر جهت خیابان نصرت که به موازات خیابان ادوارد براون قرار دارد، یک گزینه‌ی قابل سفارش است. الگوی A_6 نیز به استقرار ایستگاههای کمکی در ساعات خاص اشاره دارد. شایان ذکر است که ضروری است محل و تعداد ایستگاه های کمکی مشخص شود؛

- نتایج حاصل از الگوی Hurwitz در جدول (۶) بیانگر آن است که به ازای تمام مقادیر α اختصاص داده شده گزینه‌ی $A_۳$ رتبه‌ی نخست را به خود اختصاص می‌دهد وپس از آن گزینه‌ی $A_۶$ به ازای $\alpha > 0.5$ و گزینه‌ی $A_۴$ به ازای $\alpha \leq ۰٫۵$، بهترین گزینه شناخته می شود. در هر صورت مجددا گزینه‌ی $A_۳$ مطلوب‌ترین گزینه شناخته می شود؛
- به ازای $q = 0.9$ در روش (CSM) مجدداً دو گزینه‌ی $A_۳$ و $A_۶$ به عنوان گزینه‌های بهینه انتخاب می‌شوند؛
- و تنها گزینه‌ی مردود در روش (DSM)، گزینه‌ی $A_۵$ است که در کلیه‌ی شاخص‌ها رد می‌شود؛
- با توجه به موارد بالا، گزینه‌ی $A_۳$ در جایگاه بهتری در الگوی فوق قرار دارد و می تواند به عنوان الگوی دارای اولویت نخست، مبنای ارتقاء دسترسی قرار گیرد. این مسأله، فرضیه‌ی نخست پژوهش را مورد تأیید قرار می‌دهد. بنابراین الگوی بهینه‌ی ارتقاء دسترسی ایستگاه ۴۰ تهران مشخص می‌شود که در توافق با فرضیه‌ی نخست پژوهش است. همچنین به واسطه‌ی ماهیت این الگو که مشتمل بر تغییرات نیمه فیزیکی است، فرضیه دوم پژوهش نیز مورد تأیید قرار می گیرد، زیرا برمبنای این فرضیه تغییرات نیمه فیزیکی مهمترین شیوه‌ی تغییرات برای ارتقاء دسترسی شناخته شده بود. در فاصله‌ی کمتر از این گزینه، الگوی $A_۶$ قرار می‌گیرد که راهکار تکثر را مبنای افزایش دسترسی قرار می‌دهد و این راهکار بیشتر قابل تأمل بوده و ضروری است پیش از حصول آن، تعداد ماشین‌های آتش نشانی و محل استقرار و نیز ساعات ویژه منطقه‌ی مورد مطالعه، شناسایی گردد. لازم به ذکر است که این الگو نیز مشتمل بر تغییرات نیمه فیزیکی و کم هزینه بوده و در توافق با فرضیه‌ی دوم پژوهش می باشد.

نتیجه گیری

وجود شبکه های ارتباطی قابل دسترس که بتوانند عملکرد خود را در شرایط اضطراری حفظ نمایند، مؤلّفه‌ی مهمی درکارآمدی عملیات امداد و نجات به شمار می‌آید. موقعیّت ایستگاه‌های آتش نشانی و خدمات ایمنی در محدوده‌ی پوشش آنها نقش قابل توجهی در افزایش بازده عملیات در شرایط اضطراری ایفا می‌نماید.

در این پژوهش با انتخاب ایستگاه ۴۰ آتش نشانی شهر تهران که در منطقه ۶ شهرداری تهران واقع شده است، به بررسی گزینه های افزایش دسترسی این ایستگاه با استفاده از تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره پرداخته شد. الگوهای مورد استفاده در این مطالعه شامل بر روش‌های CSM، Maximin و DSM است.

نتایج این پژوهش بیانگر این نکته است که الگوی $A_۳$ در کلیه الگوی مورد استفاده، رتبه‌ی بهتری را نسبت به دیگر الگوها به خود اختصاص می دهد. این الگو در مدل Maximin با امتیاز ۰/۶۶ رتبه نخست را به همراه الگوی $A_۶$ به دست می آورد و همچنین در روش Hurwitz، رتبه‌ی نخست را می‌یابد. در روش CSM نیز دو الگوی $A_۳$ و $A_۶$ به عنوان گزینه های قابل قبول انتخاب می‌شوند. الگوی رتبه نخست ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران ، بیانگر این مطلب است که با تغییر مسیر خیابان ادوارد براون یا خیابان نصرت، دسترسی به بخش جنوبی محدوده‌ی تحت پوشش به نحو مؤثّرتری فراهم می‌شود. همچنین بر مبنای الگوی $A_۶$ که در جایگاه بعدی قرار می گیرد، استقرار خودروهای آتش نشانی در ساعات خاص در محل‌هایی خارج از ایستگاه مورد پیشنهاد قرار می گیرد.

منابع و مآخذ:

۱. اصغر پور، محمد جواد، (۱۳۸۵)،"*تصمیم گیری های چند معیاره*" انتشارات دانشگاه تهران.

۲. بیرودیان نادر، (۱۳۸۵)"*مدیریت بحران* " انتشارات جهاد دانشگاهی.

۳. حکمت نیا حسن و میر نجف موسوی، (۱۳۸۵)،"*کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای*" انتشارات علم نوین.

۴. سایت سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران به آدرس اینترنتی: www.۱۲۵.ir.

۵. مجموعه گزارش‌های آماری منطقه ۶ تهران واقع در سامانه‌ی اینترنتی شهرداری تهران.

۶. ملک محمدرضا و محمودرضا دلاور ، (۱۳۸۴)،"*یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای مدیریت امداد ونجات، مبانی و پیاده سازی*" همایش ژئوماتیک- تهران.

۷. نیسانی سامانی نجمه، محمودرضا دلاور و محمدرضا ملک، (۱۳۸۶)، "*استخراج اتوماتیک شاخص‌های راهیابی جهت حمایت از مدیریت بحران زلزله*" مدیریت سوانح طبیعی جلد اول، قطب علمی مهندسی نقشه برداری و مقابله با سوانح طبیعی، ناشر تهران ناخدا.

۸. Alexander D., (۲۰۰۲)" *Principles of Emergency Planning and Management*" Oxford University Press

۹. Basöz, N. and Kiremidjian, A.S. (۱۹۹۵) *A Bridge Prioritization Method Based on Transportation System Performance Using GIS. Proceedings of the ۶th U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Lifeline Systems*,Tsukuba Science City , Japan, pp.۴۳۷-۴۴۹.

۱۰. Belton V, Stewart TJ. (۲۰۰۲)" *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Boston: Kluwer AcademicPublications

۱۱. Catrinu M, Bakken BH, Holen A. (۲۰۰۴)" *Modelling local energy systems from a multicriteria perspective*" Presented at the ۱۷th international conference on efficiency, optimization, simulation and environmental impact of energy and process system. Guanajuato, Mexico

۱۲. Chang, S. E. and Nojima, N., (۲۰۰۱). *Measuring Post-Disaster Transportation System Performance: The ۱۹۹۵ Kobe Earthquake in Comparative Perspective*. Transportation Research Part A: Policy and Practice,۳۵(۶),۴۷۵-۴۹۴

۱۳. Davey A. and Olson D., (۱۹۹۸) "*Multiple criteria decision making models in group decision support*" Group Decision and Negotiation ۷ ,۵۵–۷۵.

۱۴. Dias L.C. and . Clímaco J.N, (۲۰۰۰)" *ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values*" Group Decision and Negotiation ۹ (۵) ۳۵۵–۳۷۷.

۱۵. Dodgson J, Spackman M, Pearman A, Phillips L. (۲۰۰۱)"*DTLR multi-criteria analysis manual. UK Department for Transport*, LocalGovernment and the Regions

۱۶. Ehrgott M, Gandibleux X. Introduction. In: Ehrgott M, Gandibleux X, editors. (۲۰۰۲)" *Multiple criteria optimization: state of the art annotated bibliographic surveys*"Boston: Kluwer Academic Publishers

۱۷. Lindell M.K., Prarter C., Perry RW.(۲۰۰۷)" *Introduction to Emergency Management*"Wiley

۱۸. Matsatsinis N.F. and Samarras A.P. (۲۰۰۱) *MCDA and preference disaggregation in group decision support systems*, European Journal of Operational Research ۱۳۰ ,۴۱۴–۴۲۹.

۱۹.Raubal M .and Worboys M . (۱۹۹۹)" A *Formal Model of Process of Wayfinding in Built Environment*, International Conference COSIT ۹۹, Germany, Springer

۲۰. Raubal M. and Winter S. (۲۰۰۲)" *Enriching wayfinding instructions with local landmarks* " Lecture Notes in Computer Science ۲۴۷۸, Springer- Verlag, pp ۲۴۳–۲۵۹

۲۱. Roland Weistroffer H., Smith C. H. and Subhash C. (۲۰۰۴)"*Multiple criteria decision support software*, in: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.)" Multiple Criteria Decision Analysis: State-of-the-Art Survey, vol. ۲, Springer

۲۲. Wakabayashi, H. and Kameda, H. (۱۹۹۲) *Network Performance of Highway Systems under Earthquake Effects*: A Case Study of the ۱۹۸۹ Loma Prieta Earthquake. Proceedings of the U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Lifeline Systems. ,Tsukuba Science City, Japan, pp.۲۱۵–۲۳۲.

۲۳. Zopounidis C. and Doumpos D., (۲۰۰۲)" *Multicriteria classification and sorting problems: a literature review*", European Journal of Operational Research ۱۳۸ , ۲۲۹–۲۴۶.